

(11)特許出願公開番号

特開平9-282612

(43)公開日 平成9年(1997)10月31日

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数6 O.L (全 7 頁)

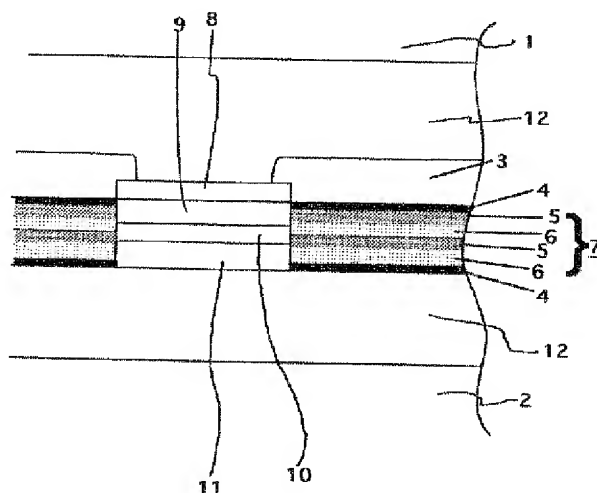
(74)代理人 弁理士 大場 充

(54)【発明の名称】 磁気抵抗効果型ヘッド

(57) 【要約】

【課題】 磁気抵抗効果型ヘッドにおいて、MR膜（磁気抵抗効果膜）、SAL膜（軟磁性膜）の磁区を永久磁石膜で制御する構造において、MR膜及びSAL膜の多磁区化を防止して多磁区化に起因するノイズを制御できる範囲内で永久磁石膜から漏れる磁界を弱くし、出力振幅の大きい信号を再現性良く得られる磁気効果型ヘッドを提供する。

【解決手段】 永久磁石膜として軟磁性相と硬磁性相から構成される交換スプリング磁石を用いることにより充分ノイズが抑制でき、かつ従来のヘッドより出力振幅が大きい信号を再現性良く検出するヘッドが得られた。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板上にMR膜（磁気抵抗効果膜）、非磁性膜、SAL膜（軟磁性膜）及び絶縁膜を順に形成した積層体が配置され、前記積層体に隣接して永久磁石膜により縦方向バイアス磁界が印加される磁気抵抗効果型ヘッド（MRヘッド）において、前記永久磁石膜は交換スプリング磁石膜であることを特徴とする磁気抵抗効果型磁気ヘッド。

【請求項2】 請求項1に記載の磁気抵抗効果型ヘッドにおいて、前記交換スプリング磁石膜は保磁力1000Oe以上であることを特徴とする磁気抵抗効果型磁気ヘッド。

【請求項3】 請求項1および2のいずれか1に記載の磁気抵抗効果型ヘッドにおいて、前記交換スプリング磁石膜はS層（磁化の大きさが0.9T以上である軟磁性相）及びH層（5～20at%のR（RはYを含む希土類元素の内少なくとも1種）、0～25at%のX（B、CまたはN）、残部遷移金属（FeまたはCoまたはNiあるいはこれらの合金）及び不可避免的な不純物を含む硬磁性層）からなり、それを1層または2層以上積層した希土類磁石系交換スプリング磁石膜であることを特徴とする磁気抵抗効果型磁気ヘッド。

【請求項4】 請求項1に記載の磁気抵抗効果型ヘッドにおいて、前記永久磁石膜の絶縁間と接する面の少なくとも一方に3nm以上50nm以下の膜厚の保護層（Cr、Ti、W、Mo、Cu、Ta、FeMn、NiMn、NiO、FeO、CoO、Co-Pt、Fe-Ptのうち1種または2種以上からなる層）が形成されている希土類磁石系交換スプリング磁石膜であることを特徴とする磁気抵抗効果型磁気ヘッド。

【請求項5】 請求項1に記載の磁気抵抗効果型ヘッドにおいて、前記交換スプリング磁石膜はその平均結晶粒径が各数～数十nmの軟磁性相（磁化の大きさが0.9T以上である軟磁性相）及び硬磁性相（5～20at%のR（RはYを含む希土類元素の内少なくとも1種）、0～25at%のX（B、CまたはN）、残部遷移金属（Fe、Co、Niあるいはこれらの合金）及び不可避免的な不純物を含む硬磁性相）の複合組織を有した希土類磁石系交換スプリング磁石膜であることを特徴とする磁気抵抗効果型磁気ヘッド。

【請求項6】 請求項5に記載の磁気抵抗効果型ヘッドにおいて、前記交換スプリング磁石膜に含まれる硬磁性相の平均結晶粒径が5nm以上30nm以下であることを特徴とする磁気抵抗効果型磁気ヘッド。

【発明の詳細な説明】**【0001】**

【産業上の利用分野】 本発明は磁気媒体から磁気情報信号を読み取るための磁気抵抗効果型ヘッドに関するものである。

【0002】**【従来の技術】 磁気抵抗効果型ヘッド（MRヘッド）**

は、高記録密度で磁気記録媒体に記録されているデータを読み取ることのできる磁気ヘッドとして従来から知られている。このヘッドは、記録時と再生時とでそれぞれ専用のヘッドを使用する録再分離型ヘッドの再生専用ヘッドとして広く用いられている。このヘッドは磁気抵抗効果を示す材料で作られた磁気抵抗効果素子（MR素子）の抵抗が、外部磁界の強度及び方向の関数として変化することを利用して媒体からの情報信号を検出するのである。

【0003】 種々のMRヘッドが開発されており、これらは従来用いられて記録再生装置の要件を満たしていた。しかしながら、記録再生装置には更に高い記録密度が要求され、トラック幅がますます狭くなり、且つ、トラックと直角方向の線記録密度も高くなる状況になっている。従来のMRヘッド作製技術では、狭いトラック幅や高い線記録密度に適合したMRヘッドを得ることは困難になりつつある。

【0004】 従来のMRヘッドでは、MR素子が最適に動作するためには互いに直交する2つのバイアス磁界が与えられなければならない。ひとつは磁界に対する応答が線形になるように、MR素子をバイアスするための横方向のバイアス磁界である。このバイアス磁界は磁気媒体の面に垂直であり、かつMR素子の素子高さ方向に平行である。他のバイアス磁界は、磁気媒体の面に平行であり、かつMR素子の磁化容易軸方向である長手方向に平行に延びる縦方向バイアス磁界である。この縦方向バイアス磁界の目的は、MR素子における多磁区構造によって生ずるノイズ（バルクハウゼンノイズ）を抑止することである。

【0005】 特開昭52-062417号公報には、軟磁性膜（SAL膜）の飽和磁化を利用して横方向のバイアス磁界を印加する方式（SALバイアス法）によるMRヘッドが開示されている。一方、特開昭57-198528号公報には絶縁膜によってMR素子をバイアス膜から離れたMRヘッドが開示されており、トラック幅はヘッドの信号検出用電極の内側間隔によって定められている。特開昭64-35717号公報には絶縁膜を挿入したトラック幅規制法が開示されている。また、特開平7-210828号公報には永久磁石膜を多層構造とすることによって保磁力を高める方法が開示されている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】 これら先行技術に開示されているバイアス法において、縦方向バイアス磁界発生膜としては従来CoPt膜等の永久磁石膜が一般に用いられている。しかし、CoPt膜の保磁力は8000e程度と小さく、ヘッドの記録再生時に発生する磁界によって磁化状態が変化するため、縦方向バイアス磁界が変動してしまい、出力信号の振幅及び波形が大きく変化してしまう。

【0007】筆者らがシミュレーションによって見積もったところ、媒体の残留磁束密度及び膜厚、浮上量、ギャップ長及び薄膜誘導型記録ヘッドに流す記録電流等の条件によって異なるが、媒体対向面近傍で各300~400Oe程度の媒体磁界及び記録磁界が永久磁石膜に漏洩する。媒体磁界または横バイアス磁界によるMRまたはSAL膜の磁化状態の変動により発生する磁界は、トラック幅境界近傍で500~600Oe程度の磁界が永久磁石膜に漏洩する。トラック幅境界近傍での永久磁石膜の磁化状態は縦方向バイアス発生に最も大きな影響を与えるため、永久磁石膜の保磁力としては1000Oe望ましくは1200Oe程度の値が望まれる。

【0008】ヘッドの記録再生時に発生する上述のような磁界に対して永久磁石膜の保磁力が不十分な場合は、縦方向バイアス磁界を強めに設定しなければならず、出力振幅が減少する。縦方向バイアス磁界増加に伴う再生出力の減少は、信号の記録波長（線記録密度）が短くなる程顕著となった。また、トラック幅が狭くなるにつれて、MRヘッドからの再生出力はますます減少し、信号検出が困難になる傾向がある。この傾向は縦方向バイアス磁界が強い程顕著となる。

【0009】また、線記録密度が高くなるにつれ、ギャップ長（上下のシールド膜の間隔）も狭くなる。MR膜及びSAL膜とシールド膜との電気的絶縁という観点からは絶縁膜厚は各0.1 μ m程度必要であり、ギャップ長が狭くなるにつれてMR膜及び永久磁石膜はより薄膜化しなければならない。ところが、従来の永久磁石膜に用いられているCoPt膜等では、膜厚50nm程度で保磁力は最大値となり、50nm以下では保磁力が急減してしまう。従来の永久磁石膜でも組成を変えることにより、ある程度保磁力の向上を図ることができる。しかし、組成比によって保磁力を上げると残留磁束密度Brが下がってしまう。縦方向バイアス磁界は磁石膜の残留磁束密度Brと膜厚tとの積にほぼ比例するので、保磁力を上げるとMR膜の多磁区化を防ぐのに十分な縦方向バイアス磁界の印加が困難となる。

【0010】一方、MR素子の素子高さを低くし過ぎると素子高さ方向の反磁界が強くなるため、適切な横方向バイアスが得られず出力が低下する。素子高さ方向の反磁界は素子高さ1.0 μ m付近で急激に強くなるため、1.0 μ m付近で最も出力が高くなる。この最適素子高さに対して高密度化を実現するためにトラック幅を狭くしていくと、MR膜及びSAL膜のアスペクト比（＝トラック幅／素子高さ）は減少し、磁化状態が不安定となり単磁区状態を保つのが困難となる。従って、トラック幅が狭くなる程、縦方向バイアス磁界を必要強度印加して、MR素子の単磁区状態を保つことが重要となる。

【0011】したがって、本発明は、縦方向バイアス磁界及び横方向バイアス磁界が存在する狭トラックMR素子において、振幅が大きい出力信号を再現性良く検出

し、かつバルクハウゼンノイズの発生しにくいMRヘッドを提供するものである。

【0012】

【課題を解決するための手段】本発明は、前記永久磁石膜として保磁力1000Oe以上の交換スプリング磁石膜を用いることにより、従来のヘッドより再生出力振幅が大きい信号を再現性良く検出し、バルクハウゼンノイズの充分抑制されるMRヘッドを提供するものである。

【0013】このような永久磁石膜として、軟磁性相（磁化の大きさが0.9T以上である軟磁性相）及び硬磁性相（5~20at%のR（RはYを含む希土類元素の内少なくとも1種）、0~25at%のX（B、C、N等）、残留遷移金属（TMはFeまたはCoまたはNiあるいはこれらの合金）及び不可避的な不純物を含む硬磁性相）を1層または2層以上積層した希土類磁石系交換スプリング磁石膜を用いることにより、保磁力1000Oe以上かつ残留磁束密度0.2~1.5Tの膜が得られる。

【0014】交換スプリング磁石膜の軟磁性相及び硬磁性相を積層した多層膜の少なくとも一方に3nm以上50nm以下の膜厚の保護層（Cr、Ti、W、Mo、Cu、Ta、FeMn、NiMn、NiO、FeO、CoO、Co-Pt、Fe-Ptのうち1種または2種以上からなる層）を形成することにより、比較的広い組成範囲で面内保磁力1000Oe以上の膜が得られる。これは、保護層が軟磁性相または硬磁性相の酸化及び基板との反応を抑制するためである。

【0015】

【作用】本発明によれば、縦方向バイアス磁界及び横方向バイアス磁界が存在するMRヘッドにおいて、MR膜及びSAL膜の多磁区化を防止して多磁区化に起因するヘッドノイズ発生を抑制できる範囲内で永久磁石膜から漏れる磁界を弱くし、振幅が大きい信号を再現性良く検出することができる。

【0016】本発明は、前記永久磁石膜として、軟磁性相（磁化の大きさが0.9T以上である軟磁性相）及び硬磁性相（5~20at%のR（RはYを含む希土類元素の内少なくとも1種）、0~25at%のX（B、C、N等）、残留遷移金属（FeまたはCoまたはNiあるいはこれらの合金）及び不可避的な不純物を含む硬磁性相）を1層または2層以上積層した希土類磁石系交換スプリング磁石膜を用いることにより、この永久磁石膜から漏れる磁界をノイズ発生を抑制する程度に弱くし、出力振幅が大きい信号を再現性良く得られる磁気抵抗効果型ヘッドを提供するものである。

【0017】交換スプリング磁石膜は、図1の様に磁化の大きい軟磁性相と保磁力の大きい硬磁性相とを組み合わせ、これらを交換相互作用により磁氣的に結合させて高いエネルギーを得るものである。一般に永久磁石材において、硬磁性相と交換結合する軟磁性相があると、逆磁界下で軟磁性相から先に磁化反転が始まり、保磁力

低下の主要因となる。しかし、軟磁性相のサイズを磁壁幅以下に抑え、逆磁界下における不均一磁化反転が抑制される。その結果、保磁力は主に硬磁性相の磁気異方性に支配され低下は抑えられる。一方、軟磁性相からより高い磁束密度を得るためには、軟磁性相の体積比を上げる必要があり、このためには一つの硬磁性相のサイズをできる限り小さくすればよい。すなわち、より高い保磁力を得るためには硬磁性相の膜厚を厚くし、より高い磁束密度を得るためには軟磁性相の膜厚を厚くすることが設計指針となる。硬磁性相のサイズはやはり磁壁幅以下であればよいが、あまり狭いと保磁力を維持するのが困難になるため磁壁幅程度に抑えるのが好ましい。硬磁性相を $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$ とすると、そのサイズは5nm～30nm程度となる。このような交換スプリング磁石膜は、硬磁性相と軟磁性相を多層化する代わりに、図2の様に平均結晶粒径が各数～数十nmの硬磁性相と軟磁性相を複合組織にすることによっても得られる。上述の理由から、硬磁性相の平均結晶粒径が5nm以上30nm以下であることが望ましい。多層構造と同様に、より高い保磁力を得るためには硬磁性相の組成比を増し、より高い磁束密度を得るためには軟磁性相の組成比を増すことが設計指針となる。

【0018】上述の各相のサイズ制御以外にも、交換スプリング磁石膜として高い保磁力を得る条件として、硬磁性相の保磁力を十分引き出すことと、硬磁性相と軟磁性相との交換相互作用を十分強くすることの2点が必要である。ところが、希土類磁石からなる硬磁性相は耐食性が悪く、十分に酸化を抑制しないと $\text{R}_2\text{TM}_{14}\text{X}$ （TMは遷移金属）が生成しにくく硬磁性相の保磁力が低下するため、交換スプリング磁石膜の保磁力も劣化する可能性が高い。そこで、薄膜化による酸化抑制のための保護膜として交換スプリング磁石膜の軟磁性相及び硬磁性相を積層した多層膜の少なくとも一方に3nm以上50nm以下の膜厚の保護層（Cr, Ti, W, Mo, Cu, Ta, FeMn, NiMn, NiO, FeO, CoO, Co-Pt, Fe-Ptのうち1種または2種以上からなる層）を形成した。このような保護膜により、比較的広い組成範囲で面内保磁力1000Oe以上かつ残留磁束密度0.2～1.5Tの膜が得られる。これは、保護層が軟磁性相または硬磁性相の酸化及び基板との反応を抑制した結果、硬磁性相と軟磁性相の交換結合が強くなり、磁気特性の優れた多層膜を得ることができるためである。

【0019】硬磁性相の保磁力を十分引き出すには $\text{R}_2\text{TM}_{14}\text{B}$ の多結晶を得るための熱処理が必要である。硬磁性相の保磁力を最大限に引き出すという観点からは熱処理温度500℃以上が適当であるが、MRヘッドの耐熱性からは300℃以下が望ましい。上述のように保護層で酸化を抑制することにより、熱処理温度250℃でも1000Oe以上の保磁力が得られる。

【0020】図3に従来のヘッドの出力信号の振幅及び

バルクハウゼンノイズ発生確率を○印で示す。永久磁石膜としてはCoPt膜及びCoCrPt系膜を用いた。膜厚 t あるいはCoCrPt系膜の組成比により Br を変えた各20セットのサンプルヘッドについて、記録再生過程を20回繰り返して再生波形をオシロスコープで観察した。センス電流は13mAとした。

【0021】前記の繰り返し測定中に目視観察で明らかな程度のピーク値の変動、波形のジャンプ、ベースラインシフトのいずれかが現れた場合、そのサンプルヘッドについてバルクハウゼンノイズが発生したとみなした。

【0022】再生波形には信号以外にも様々なノイズが発生するため、出力振幅が低いと信号とノイズの判別が困難となる。出力振幅は永久磁石膜の Br と膜厚 t との積が12.5Tnm付近で最大値を持った。 $\text{Br} \cdot t = 10\text{Tnm}$ 以下では縦方向バイアス磁界が不十分のためMR膜が単磁区状態を保てず、バルクハウゼンノイズは急増している。一方 $\text{Br} \cdot t \geq 12.5\text{Tnm}$ では、 $\text{Br} \cdot t$ が強くなると再生振幅は減少し30Tnm以上で再生振幅の減少が著しい。これは、縦方向バイアス磁界は $\text{Br} \cdot t$ にほぼ比例して増加するため、 $\text{Br} \cdot t$ の増加に伴い媒体信号に対するMR膜の磁化状態の変化は減少するためである。出力振幅が比較的大きくバルクハウゼンノイズがほぼ抑制できる領域が、MRヘッドの永久磁石膜として望ましい $\text{Br} \cdot t$ の範囲である。このような範囲はトラック幅等によって変わると推察されるが、図3の条件では12.5～25Tnmである。

【0023】また、各 $\text{Br} \cdot t$ に対して出力振幅の平均値を○印で、測定バラツキをエラーバーで示した。出力振幅は $\text{Br} \cdot t$ に関わらずかなりのバラツキを示した。これは、MRまたはSAL膜の磁化状態がばらついていたためと思われる。MR及びSAL膜の磁化状態は縦方向バイアス磁界の影響を強く受け、従来のヘッドの特性バラツキの原因は永久磁石膜からの縦方向バイアス磁界が変動したためと思われる。これは、従来のヘッドの永久磁石膜の保磁力 H_c が8000e程度と小さく、記録再生過程時に永久磁石膜に漏洩する磁界（媒体からの磁界、記録部からの記録磁界、媒体磁界または横バイアス磁界によるMRまたはSAL膜の磁化状態の変動により発生する磁界等）に起因する永久磁石膜の磁化状態の変動を抑制できなかったためと考えられる。

【0024】図4は高記録密度対応ヘッドとして、図3よりもトラック幅及びギャップ長を狭めた例である。○印で示した従来のヘッドでは、図3と比べ出力が減少しバルクハウゼンノイズ出現確率が増加してしまう。これは、ギャップ長を狭めたのに伴い永久磁石膜を30nmと薄くしたので、従来磁石膜では300Oe程度の保磁力しか得られず、MR膜及びSAL膜の多磁区化を防止するのに十分な縦方向バイアス磁界が得られなかったためと、推察される。

【0025】図5に本発明で用いた交換スプリング磁石

膜の保磁力の膜厚依存性を示す。従来CoPt磁石膜においては、保磁力が8000e程度と小さく膜厚50nm以下で保磁力が急減している。これに対し、本発明で用いた交換スプリング磁石膜では保磁力が15000e程度と、シミュレーションから予測される望ましい保磁力10000eより十分高い。また、本発明で用いた交換スプリング磁石膜では膜厚が薄くなっても保磁力が減少せず、高線記録密度対応ヘッドの材料として有望である。

【0026】本発明で用いた交換スプリング磁石膜に対して、硬磁性相と軟磁性相の膜厚比を変えて保磁力を制御した例を図6に示す。磁石膜の膜厚は40nmとした。 $Br \cdot t$ については、従来磁石膜も本発明で用いた交換スプリング磁石膜も、図3の条件で望ましい $Br \cdot t$ の範囲12.5~25Tnmを満たしている。しかし保磁力については、交換スプリング磁石膜はシミュレーションから予測される保磁力10000eを十分満たしているが、従来磁石膜では8000eの保磁力しか得られなかった。

【0027】永久磁石膜を多層構造とすることによって保磁力を高める方法は特開平7-210828号公報に開示されている。しかしながら前述の公報においては、硬磁性相と保護層とを積層することによって、永久磁石膜の面内配向性及び耐食性を改善し保磁力を高めたものであり、本発明のように硬磁性相と軟磁性相との交換相互作用を利用して保磁力を高めたものではない。

【0028】

【実施例】以下、本発明を実施例を参照しながら詳細に説明する。

(実施例1) 図1および図7に録再分離型ヘッドの構造図と、端部領域に縦方向バイアス膜として永久磁石膜及び電極を形成したSALバイアスMRヘッドのMR素子部の拡大断面図とを示す。

【0029】本実施例では、下部シールド膜2上に絶縁膜12を介して、MR膜(Ni-Fe)11、非磁性膜T

(a)(10)をはさんで下地(Ti)膜4及び交換スプリング磁石膜(硬磁性相($Nd_{14}Fe_{77}B_9$)5、軟磁性相(NiFe)6)7、SAL膜(Ni-Fe-Cr)9が積層され、さらに(絶縁性トラック幅規制層8をはさんで電極(Mo)3を形成した。さらに絶縁膜12を介して上部シールド膜1を形成した。

【0030】交換スプリング磁石膜の硬磁性相と軟磁性相との層厚比を変化させることにより、残留磁束密度と膜厚の積を5~40Tnmまで制御した。下地膜厚を制御することにより、 H_c は1200Oe以上とした。この時、トラック幅規制層の Al_2O_3 膜はウェットエッチング法によって幅2.2 μm になるように加工した。MR膜の素子高さは1.6 μm 、上下のシールド膜の間隔(ギャップ長)は0.28 μm 、磁石膜の膜厚は50nmである。

【0031】実際にMR素子上に形成した誘導型ヘッド13を用いて媒体に記録し、MR素子の再生特性を検討した。このとき、誘導型ヘッドとしてはトラック幅3 μ

m幅のヘッドを用いた。また、バルクハウゼンノイズの検討としては、記録再生過程を20回繰り返して再生波形をオシロスコープで観察した。そして、この繰り返し測定中に目視観察で明らかな程度のピーク値の変動、波形のジャンプ、ベースラインシフトのいずれかが現れた場合、そのサンプルヘッドにバルクハウゼンノイズが出現したと判定した。センス電流は13mAとした。各層厚比の交換スプリング磁石膜に対してサンプルヘッドを20セット作製し、薄膜誘導型記録ヘッドに記録電流0.3ATを印加して、上記の繰り返し測定を行った。再生出力は各層厚比についてそれぞれ平均値とバラツキを図に示した。

【0032】この結果、図3に示すように、永久磁石膜の残留磁束密度 Br と膜厚 t の積の減少に伴ってMR再生出力は増加した。各 $Br \cdot t$ での再生出力は従来のCoPt膜もしくはCoCrPt系を用いた場合とほぼ同様の傾向を示し、縦方向バイアス磁界の制御は再生出力の増加に有効であると思われる。従来のCoPt膜もしくはCoCrPt系を用いた場合は全体にバラツキが大きかったが、交換スプリング磁石膜を用いた場合はバラツキがかなり小さくなり、同一ヘッドに対する出力バラツキは2%弱に収まった。出力が減少しバルクハウゼンノイズ出現確率が急増する $Br \cdot t$ の下限値は7.5Tnmと従来のヘッドより低く、従来のヘッドより $Br \cdot t$ を小さく設計して大きな出力信号を得ることが可能と思われる。

【0033】このように、本実施例では従来のヘッドに比べ縦方向バイアス磁界を弱く設計して、出力振幅が大きい信号を再現性良く得られた。これは永久磁石膜に用いた交換スプリング磁石膜の保磁力が1200Oe以上と従来のヘッドの800Oeより高く、記録再生過程時に永久磁石膜に漏洩する磁界(媒体からの磁界、記録部からの記録磁界、媒体磁界または横バイアス磁界によるMRまたはSAL膜の磁化状態の変動により発生する磁界等)に起因する永久磁石膜の磁化状態の変動を十分抑制できたためと考えられる。

【0034】(実施例2) 実施例1と同様の構造のMRヘッドを作製し、MRヘッドの再生特性とバルクハウゼンノイズを評価した。ただし、より高密度化対応のヘッドとして、トラック幅1.5 μm 、MR膜の高さ1 μm 、ギャップ長0.2 μm 、磁石膜の膜厚は300Aのヘッドを試作した。また、記録時の漏洩磁界が比較的大きい場合でのバルクハウゼンノイズ抑制条件を評価するため、誘導型ヘッドの励磁を0.4ATとした。永久磁石膜としては交換スプリング磁石膜(硬磁性相 $Nd_{12}Dy_2Fe_{80}Co_{18}B_8$ 、軟磁性相NiFe)を用い、層厚比を変化させることにより残留磁束密度と膜厚の比を5~40T \cdot nmまで制御した。下地膜厚を制御することにより、 H_c は1500Oe以上とした。各層厚に対するサンプルヘッドは20セット作成した。

【0035】この結果、従来磁石膜を用いた場合は図4

に示すように、図3と比べ出力が減少しバルクハウゼンノイズ出現確率が増加してしまう。これは、従来磁石膜では膜厚30nmで300Oe程度の保磁力しか得られず、MR膜及びSAL膜の多磁区化を防止するのに十分な縦方向バイアス磁界が得られなかったためと、推察される。一方、交換スプリング磁石膜を用いた場合は、 $Br \cdot t \geq 10 \text{ Tnm}$ ではバルクハウゼンノイズがほぼ抑制でき、比較的低密度な図3と遜色ない大きさの出力振幅が再現性良く得られた。従って、高線記録密度化及び狭トラック密度化に際して、交換スプリング磁石膜は従来磁石膜より有利である。

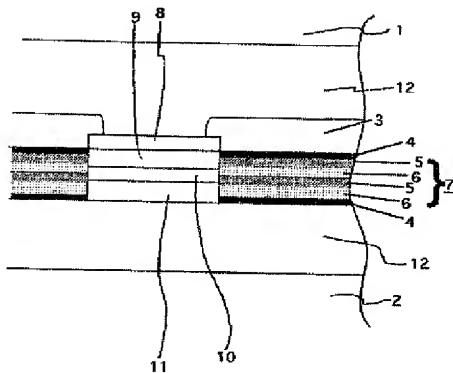
【0036】

【発明の効果】本発明によれば、SALバイアス方式MRヘッドにおいて最適化した縦方向バイアスを印加することにより、磁気抵抗効果膜の磁化状態を比較的弱い縦方向バイアス磁界で安定に制御し、出力振幅が大きい信号を再現性良く得られた。

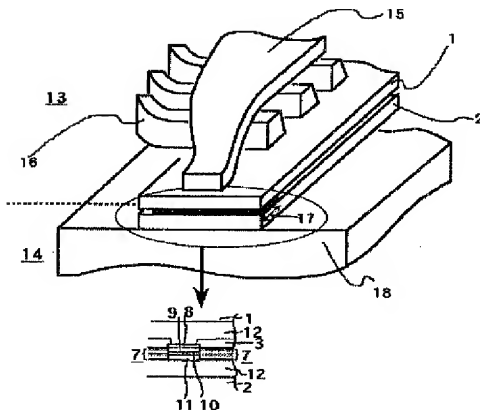
【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による実施例であるMRヘッドの断面

【図1】



【図7】



図。

【図2】本発明による他の実施例であるMRヘッド。

【図3】本発明による再生出力振幅及びバルクハウゼンノイズの出現確率特性。

【図4】本発明の他の実施例の諸特性。

【図5】永久磁石膜及び交換スプリング磁石膜の保磁力の膜厚依存性。

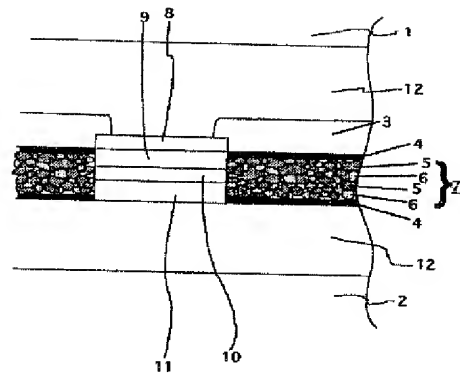
【図6】永久磁石膜と残留磁束密度Brの積と保持力の関係。

【図7】従来の録再分離型ヘッドの構造図を示す。

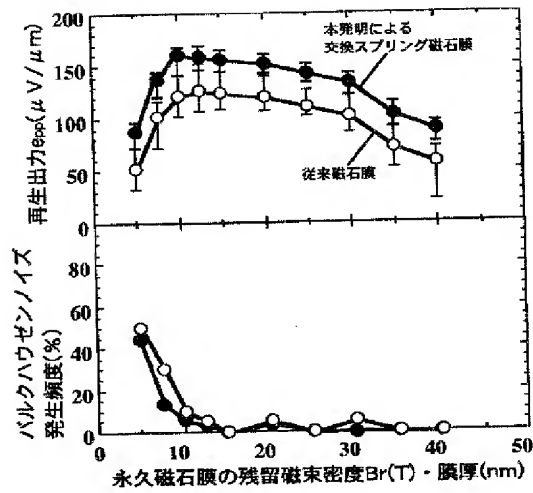
【符号の説明】

1 下部磁極兼上部シールド膜、2 下部シールド膜、3 電極、4 保護層、5 硬磁性相、6 軟磁性相、7 交換スプリング磁石膜、8 絶縁性トラック幅規制層、9 SAL膜、10 非磁性膜、11 MR膜、12 絶縁膜、13 薄膜誘導型記録ヘッド、14 磁気抵抗効果型ヘッド、15 上部磁極、16 コイル、17 MR素子の素子高さ、18 基板。

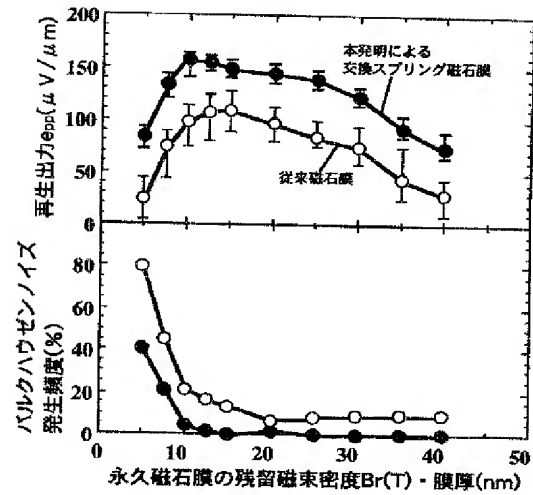
【図2】



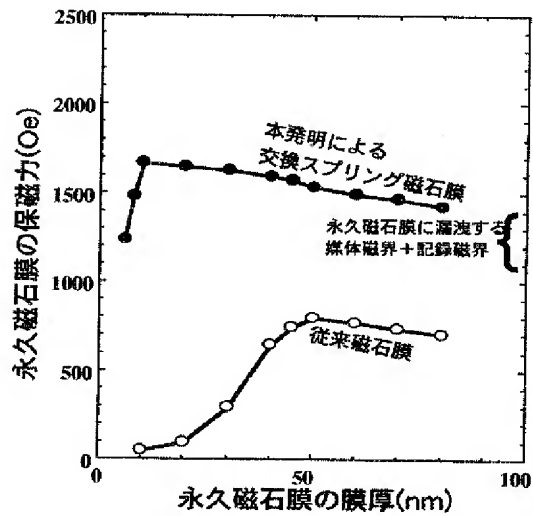
【図3】



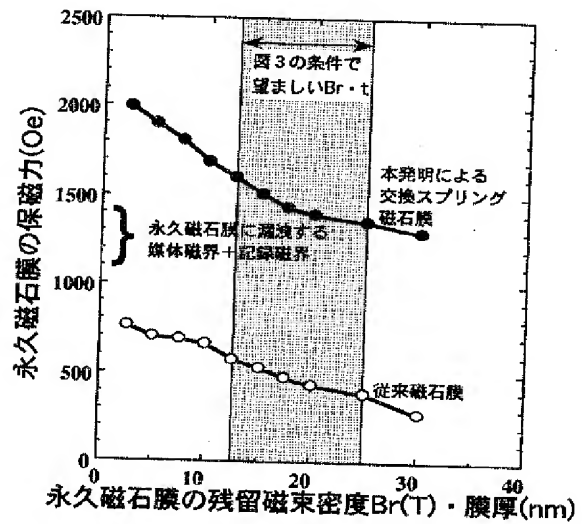
【図4】



【図5】



【図6】



MAGNETORESISTANCE EFFECT HEAD

Publication number: JP9282612

Publication date: 1997-10-31

Inventor: TOBIYO MASAHIRO; SAKUMA AKIMASA; KIKUCHI KEIKO

Applicant: HITACHI METALS LTD

Classification:

- international: **G11B5/39; G11B5/39;** (IPC1-7): G11B5/39

- European:

Application number: JP19960086212 19960409

Priority number(s): JP19960086212 19960409

[Report a data error here](#)

Abstract of **JP9282612**

PROBLEM TO BE SOLVED: To stably control the output with a rather weak vertical bias magnetic field and to improve reproducibility of signals having a large output amplitude in a magnetoresistance effect head by forming an exchange spring magnet film for a permanent magnet film. **SOLUTION:** An insulating film 12 is formed on a lower shield film 2, on which an MR film 11 and nonmagnetic film 10 are formed, and a base film 4, exchange spring magnet film 7 and SAL film 9 are formed to surround the films 11, 10. Further, an electrode 3 is formed on both sides of a track width regulating film 8, and an insulating film 12 and an upper shield film 1 are formed thereon. The magnet film 7 consists of a hard magnetic phase 5 and a soft magnetic phase 6. By changing the thickness ratio of layer thickness between the hard magnetic phase 5 and the soft magnetic phase 6 of the magnet film 7, the product of the residual magnetic flux density and the film thickness can be controlled to 5 to 40Tnm. By controlling the film thickness of the base film, H_c can be controlled to $>1200\text{Oe}$. Thereby fluctuation in the magnetic field caused by fluctuation the magnetization state of the MR or SAL film by a transverse bias magnetic field can be enough suppressed.

